

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-223715  
 (43)Date of publication of application : 02.10.1991

i1)Int.Cl.

G02F 1/133  
G02F 1/137

!1)Application number : 02-074149

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

!2)Date of filing : 24.03.1990

(72)Inventor : OKUMURA OSAMU

!0)Priority

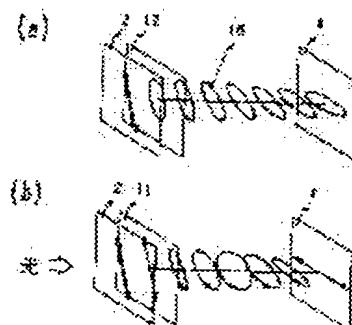
Priority number : 01319261 Priority date : 08.12.1989 Priority country : JP

## i4) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

i7)Abstract:

URPOSE: To make a display bright and prevent the display from being viewed double by using such liquid crystal that light which is incident on liquid crystal cell and reaches a reflecting plate center a almost linear polarized state.

ONSTITUTION: Various conditions of the liquid crystal cell are determined so that the light which is incident on the liquid crystal cell 1 and reaches the reflecting plate 4 becomes linear polarized light. The cident light is polarized linearly by a polarizing plate 2 and generally changes into elliptic polarized light while having a phase difference because of the birefringence of liquid crystal molecules. The light becomes linear polarized light when reaching the reflecting plate. On the return path where the light travels while reflected, the light travels having exactly the same polarization change with that on the going path to become the original linear polarized light again, so that the light can pass through the polarizing plate without any loss of the quantity of light. Consequently, the display is bright, coloring is small, and the display is prevented from being viewed double.



## :GAL STATUS

)ate of request for examination]

)ate of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application

)nverted registration]

)ate of final disposal for application]

)atent number]

)ate of registration]

lumber of appeal against examiner's decision of rejection]

)ate of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

)ate of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## ⑫公開特許公報(A)

平3-223715

⑬Int. Cl.<sup>5</sup>G 02 F 1/133  
1/137

識別記号

500

庁内整理番号

8806-2H  
8806-2H

⑭公開 平成3年(1991)10月2日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全17頁)

⑤発明の名称 液晶表示素子

⑥特 願 平2-74149

⑦出 願 平2(1990)3月24日

優先権主張 ⑧平1(1989)12月8日 ⑨日本(JP) ⑩特願 平1-319261

⑪発明者 奥 村 治 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

⑫出願人 セイコーエプソン株式 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
会社

⑬代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 外1名

## 明細書

## 1. 発明の名称

液晶表示素子

## 2. 特許請求の範囲

(1) 対向する2枚の基板間にツイスト配向した液晶を挟持してなる液晶セルと、1枚の偏光板と、1枚の反射板とを備えた液晶表示素子において、該液晶セルに入射し反射板に達した光が、ほぼ直線偏光の状態になるような液晶を用いたことを特徴とする液晶表示素子。

(2) 前記液晶セルにおいて、液晶のツイスト角が0度以上70度以下であり、液晶の複屈折率△nとセルギャップdとの積であるリターデーション△n×dの値が0.2μm以上0.7μm以下であり、偏光板の偏光軸(吸収軸あるいは透過軸)方向が上基板における液晶配向方向となす角度θが、液晶のねじれ方向を正として、35度以上115度以下であることを特徴とする請求項1記載

の液晶表示素子。

(3) 前記液晶セルにおいて、液晶のツイスト角が170度以上270度以下であり、△n×d値が0.4μm以上1.0μm以下であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

(4) 前記液晶セルの2枚の基板のうち、少なくとも一方の基板の液晶側表面に、段差0.1μm以上2μm以下の凹凸を有することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

(5) 前記反射板が、前記液晶セル基板の液晶側表面に設けられていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

本発明は反射型の液晶表示素子に関する。

## 【従来の技術】

従来の反射型TNモードや反射型STNモードは、バックライトが不要で消費電力が小さいため、携帯型のパーソナルコンピュータやワードプロセ

ツサ等に幅広く採用されている。

第27図に、従来の反射型TNモードや反射型STNモードを用いた液晶表示素子の断面図を示す。従来の液晶表示素子は、液晶セル1と、これを挟んで両側に配置した偏光板2と3、そして偏光板3の外側に設けられる反射板4とかなり立っていた。

#### [発明が解決しようとする課題]

しかしながら、従来の反射型TNモードや反射型STNモードを用いた液晶表示素子には、表示が暗いという課題があった。特に反射型STNモードの場合には、表示の着色も課題になっていた。さらには反射型モード特有の、表示が二重に見えるという課題もあった。

第28図に、従来の反射型STN液晶表示素子の、電界オフ時とオン時の分光特性を示した。図中41は電界オフ時の、また42は電界オン時の分光特性である。但しセル条件は、ツイスト角が255度、 $\Delta n \times d$ が0.85μm、偏光板方向とラビング方向とのなす角度が45度である。S

$2\mu m$ 以上0.7μm以下であり、角度θが35度以上115度以下であることを特徴とする。より好ましくは、ツイスト角が30度以上70度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.25μm以上0.64μm以下であり、角度θが58度以上111度以下であることが望ましい。

また、前記液晶セルにおいて、液晶のツイスト角が170度以上270度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.4μm以上1.0μm以下であることを特徴とする。より好ましくは、ツイスト角が175度以上210度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.51μm以上0.75μm以下であり、角度θが42度以上71度以下であるか、あるいはツイスト角が250度以上265度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.55μm以上0.98μm以下であり、角度θが-2度以上30度以下であることが望ましい。

また、前記液晶セルの2枚の基板のうち、少なくとも一方の基板の液晶側表面に、段差0.1μm以上2μm以下の凹凸を有することを特徴とす

TNモードは、このようにオフ時に黄緑、オン時に青と、表示の着色が著しい上、視感反射率も65%と低く、視認性に劣っていた。

本発明はこのような課題を解決するもので、その目的とするところは、新しい反射型液晶モードを導入することによって、明るく、色付きが少なく、しかも表示が二重に見えない液晶表示素子を提供することにある。

#### [課題を解決するための手段]

本発明の液晶表示素子は、対向する2枚の基板間にツイスト配向した液晶を挟持してなる液晶セルと、1枚の偏光板と、1枚の反射板とを備えた液晶表示素子において、該液晶セルに入射し反射板に達した光が、ほぼ直線偏光の状態になるような液晶を用いたことを特徴とする。より好ましくは、反射板に達した光の偏光方向が、該反射板に隣接する液晶分子の長軸方向とほぼ平行あるいは垂直の関係にあることが望ましい。

また、前記液晶セルにおいて、液晶のツイスト角が0度以上70度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.

る。

また、前記反射板が、前記液晶セル基板の液晶側表面に設けられていることを特徴とする。

なお、以上の数値限定の根拠については、以下の作用の項において、詳しく述べる。

#### [作用]

本発明の液晶表示素子では、特に明るさの改良を重視し、従来2枚用いていた偏光板を1枚とした。偏光板を1枚とすることによって、少なくとも偏光板の効率分だけ明るくなり、これだけでも約12%の明るさ向上が見込まれる。

さらに理想的な明るさを得るために、偏光板を通して液晶セルに入射した直線偏光が、液晶層を2回通過して再び同じ直線偏光の状態で偏光板を通過する必要がある。ところがこのような偏光の変化は、限られた条件のもとでしか生じない。この条件を観察検討した結果、液晶セルに入射し反射面に到達した光が直線偏光になるように、液晶セルの諸条件を整えればよいことが判明した。

第4図に基づいて詳しく説明する。第4図(a)

は、液晶分子の配向を示す図であり、2は偏光板、11は上基板、16は液晶分子、4は反射板である。一方、第4図(b)は、偏光状態の変化を示す図である。左方から入射した光は偏光板2によって直線偏光となる。次に液晶分子の複屈折性によって位相差を生じながら、一般的には梢円偏光に変化する。この光が反射板に到達したときに、図のような直線偏光になっていると、光が反射されて左方に進む復路において、往路と全く同じ偏光変化をたどって元の直線偏光に戻り、光量の損失無しに偏光板を通過することができる。

この現象は次のように説明できる。第5図(a)に示した本発明の反射型液晶モードは、第5図(b)の透過型液晶モードと光学的に等価である。この第5図(b)は、反射板が存在した面17に対称になるように液晶分子と偏光板を配置したものである。

ところで、リターデーションが等しい2枚の位相差板を、光学的な異常軸が直交するように重ね合わせると、位相差板の位相差が補償される現象

さて、液晶セルに入射し反射面に到達した光がほぼ直線偏光となるセル条件は決して少なくない。ところがその全ての条件が液晶表示体として使えるわけではなく、電圧を印加したときに十分なコントラスト比が得られるセル条件は、さらに限定される。

例えばツイスト角が60度のときに、液晶セルに入射し反射面に到達した光がほぼ直線偏光になるセル条件の範囲は、第8図のハッティングで示した領域である。一方第12図は、同じくツイスト角が60度のときに、良好なコントラスト比が得られるセル条件の範囲を示す図である。但し、ここで横軸はリターデーション $\Delta n \times d$ であり、縦軸は偏光板の偏光軸方向が上基板の液晶の配向方向となす角度 $\theta$ である。また51、52、53は、それぞれ1:20、1:10、1:5以上のコントラスト比が取れる領域である。ここで角度 $\theta$ には、90度の整数倍を加えても全く同じ結果が得られるので、これらの図においては、0度と90度が連続していると考えてよい。

は、古くからよく知られている。この原理を液晶表示素子に応用したのが、特公昭64-519号等で提案されているニューツイステッドネマテックモード(以下NTNモードと呼ぶ)である。NTNモードは、リターデーションが等しく、ツイスト方向が逆の関係にある2枚の液晶セルを積層したモードである。第5図(c)は、その液晶分子配列を示す図であって、液晶層の中心面17に対称な位置関係にある一对の液晶分子が互いに直交しており、まさに上記の原理によって、補償がなされている。

反射型の液晶表示素子において、入射した直線偏光が同じ直線偏光の状態で出射するためには、(b)図の液晶分子配列が、(c)図のそれと同様の働きをする必要がある。本発明人は液晶層の中心面17において、光が直線偏光の状態にある時に、この条件が満たされることを発見した。これは、液晶セルを挟む一对の偏光板を80度回転させても、その光学特性に変化が無い事実から、容易に確かめられる。

さて、第12図より、80度ツイストの場合には、 $\Delta n \times d = 0, 4.6 \mu m, \theta = 4$ 度でコントラスト比が最大になり、十分なコントラスト比が得られるセル条件は、その近傍に限られていることがわかる。

このように、液晶セルに入射し反射面に到達した光がほぼ直線偏光になるという条件は、良好な表示を得る上で十分条件ではないが、必要条件であるとは云える。

同様にして、0度から270度の各ツイスト角において、コントラスト比が最大になるセル条件を調べ、第6図にまとめた。

第7図は、第6図の各条件下で得られる液晶セルの光学特性をまとめたものである。横軸は液晶のツイスト角であり、縦軸は上から順にコントラスト比C.R.、オフ時の視感反射率Yoff、そして色付きの度合い $\Delta E$ である。Yoffは偏光板を貼った反射板の明るさを100%としているが、表面反射の影響で、最大でも85%程度にしかならない。また $\Delta E$ は、CIE1976 L\*A\*B\*表色

系における  $\theta$ 、  $\theta'$  を用いて、  
根で定義される値であり、この値が小さいほど表  
示の色付きの度合いが小さいことを示している。

第7図より、高画質ディスプレイとして十分な  
 $1:10$  以上のコントラスト比を得るためにには、  
ツイスト角が 0 度以上 70 度以下であるか、あるいは  
170 度以上 265 度以下の範囲にあることが必  
要である。なおツイスト角が 265 度以上 2  
70 度以下の場合は、コントラスト比が  $1:6$  程  
度にまで低下するが、しかしその電気光学特性は  
急峻性で大容量ディスプレイに適しているため、  
十分実用になる。

また、特にツイスト角が 30 度以上 70 度以下  
であるか、175 度以上 210 度以下であるか、  
250 度以上 265 度以下である場合には、表示  
の色付きも少なくなるため、より良好な表示が可  
能である。

なお、前述の請求の範囲、並びに課題を解決す  
るための手段の項において、ツイスト角範囲の限  
定に伴い、 $\Delta n \times d$  値と角度  $\theta$  も限定したが、こ  
こ

ントラスト比の低下が著しい。これは、第12図  
において、 $\Delta n = 0.08$  という一般的な液晶を  
用いたときに生じる、 $0.16 \mu\text{m}$  という $\Delta n \times$   
 $d$  値のばらつき考慮すれば、容易に理解できる。

以下、実施例により本発明の詳細を示す。

#### [実施例]

##### (実施例 1)

第1図は、本発明の液晶表示素子の断面図であ  
る。図中、1は液晶セル、2は偏光板、4は反射  
板である。また、11は上基板、12は下基板、  
13は透明電極、15は液晶である。液晶は、メ  
ルク社製のZLI-4472 ( $\Delta n = 0.087$   
1) を用い、セルギャップ 5.3  $\mu\text{m}$  の液晶セル  
にツイスト配向させた。リターデーション $\Delta n \times$   
 $d$  は  $0.48 \mu\text{m}$  である。

第3図は、本発明の液晶表示素子の各軸の関係  
を、観察方向から見た図である。21は偏光板 2  
の偏光軸方向、22は上基板のラビング方向、2  
3は下基板のラビング方向である。また、31は  
21が 22となす角度  $\theta$  (液晶のツイスト方向が

た第6図と、各ツイスト角において良好なコント  
ラスト比を示すセル条件の範囲を示した第9図～  
第23図をその根拠としている。なお第9図～第  
23図においては、51、52、53が、それぞれ  
コントラスト比  $1:20$ 、 $1:10$ 、 $1:5$  の等コントラスト曲線になつておる、通常の表示に  
は  $1:5$  以上、高画質表示には  $1:10$  以上のコ  
ントラスト比が必要であると判断した。

一方、液晶セルの内面に凹凸を設けると、表示  
の色付きを、さらに軽減することができる。これ  
は液晶層厚の変化によって着色が平均化される効  
果である。また、特に凹凸のある金属膜をセル内  
面に設けた場合には、これが無指向反射板を兼ね  
て、表示が二重に見えるという問題を解決するこ  
ともできる。ところが、凹凸の段差が  $0.1 \mu\text{m}$   
未満の場合には、表示の色付き軽減の効果が殆ど  
無い上に、金属膜も無指向性を示さずに鏡面にな  
ってしまう。また、段差が  $2 \mu\text{m}$  を超えた場合に  
は、液晶の色付きが大きくなる上に、コ

正の値)を、32は液晶のツイスト角を示す。こ  
こでは角度  $\theta$  を 4 度、ツイスト角を左 60 度に設  
定した。

第24図は、以上の条件の下で作製した液晶表  
示素子の分光特性を示す図である。図中 41 は電  
界オフ時の、また 42 は電界オン時の分光特性で  
ある。オフ時の視感反射率  $Y_{off}$  は 81 % と高く、  
しかもその表示色は白に近い。またオン時の視感  
反射率も 2.4 % と低いため、最大取り得るコン  
トラスト比 C.R. は、 $1:34$  である。

本実施例の液晶表示素子は、ツイスト角が 60  
度と小さいが、その電圧透過率特性の急峻性は通  
常のツイステッドネマチックモードと同程度であ  
って、 $1/2$  デューティ～ $1/16$  デューティの  
マルチブレックス駆動も可能である。

第12図には、ツイスト角が本実施例と同じ 6  
0 度のときに、良好な表示コントラストが得られ  
るセル条件の範囲を示した。なお、角度  $\theta$  には、  
90 度の整数倍を加えても全く同じ結果が得られ  
る。従って  $\theta = -10$  度は、 $\theta = 80$  度や、 $\theta =$

170度の場合と等価である。また、図中の5.1、5.2、5.3は、それぞれコントラスト比1:20、1:10、1:5の等コントラストカーブである。

これらの等コントラストカーブの内側では、それぞれ良好な表示が期待できる。例えば、 $\Delta n \times d = 0.60 \mu m$ で $\theta = 16$ 度の時には、C.R. = 1:16、Y<sub>off</sub> = 80%である。また、 $\Delta n \times d = 0.34 \mu m$ で $\theta = -6$ 度の時には、C.R. = 1:10、Y<sub>off</sub> = 71%である。また、 $\Delta n \times d = 0.48 \mu m$ で $\theta = -6$ 度の時には、C.R. = 1:6、Y<sub>off</sub> = 84%である。

逆にカーブの外側では、良好な表示ができない。例えば、 $\Delta n \times d = 0.28 \mu m$ で $\theta = -12$ 度の時には、C.R. = 1:3、Y<sub>off</sub> = 62%である。また、 $\Delta n \times d = 0.72 \mu m$ で $\theta = 4$ 度の時には、C.R. = 1:2、Y<sub>off</sub> = 76%である。また、 $\Delta n \times d = 0.40 \mu m$ で $\theta = 30$ 度の時には、C.R. = 1:0.4、Y<sub>off</sub> = 24%である。

従って、ツイスト角60度の場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.3μm以上0.7μm以下

00度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。

5.1、5.2、5.3の各等コントラストカーブの内側では、それぞれ良好な表示が期待できる。例えば、 $\Delta n \times d = 0.66 \mu m$ で $\theta = 64$ 度の時には、C.R. = 1:11、Y<sub>off</sub> = 75%である。また、 $\Delta n \times d = 0.58 \mu m$ で $\theta = 52$ 度の時には、C.R. = 1:8、Y<sub>off</sub> = 77%である。

逆にカーブの外側では、良好な表示ができない。例えば、 $\Delta n \times d = 0.70 \mu m$ で $\theta = 46$ 度の時には、C.R. = 1:2、Y<sub>off</sub> = 62%である。また、 $\Delta n \times d = 0.5 \mu m$ で $\theta = 90$ 度の時には、C.R. = 1:0.3、Y<sub>off</sub> = 19%である。

従って、ツイスト角200度の場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.48μm以上0.72μm以下に、角度θが48度以上70度以下に収まっている必要がある。

#### (実施例3)

実施例3の液晶表示素子も実施例1と同様の構成である。但し、第1図の液晶セル1には、メル

に、角度θが-13度以上25度以下に収まっている必要がある。

#### (実施例2)

実施例2の液晶表示素子も実施例1と同様の構成である。但し、第1図の液晶セル1には、メルク社製のZLI-4436 ( $\Delta n = 0.1100$ ) を用いた。セルギャップは5.4μmであり、リターデーション $\Delta n \times d$ は0.59μmである。また、第3図において、角度31(θ)を60度、ツイスト角32を左200度に設定した。

第25図は、以上の条件の下で作製した液晶表示素子の分光特性を示す図である。オフ時の視感反射率Y<sub>off</sub>は70%と比較的高く、しかもその表示色は白に近い。またオン時の視感反射率も3.3%と低いため、最大取り得るコントラスト比C.R.は、1:21である。

本実施例の液晶表示素子は、実施例1の液晶表示素子よりもツイスト角が大きい分だけ急峻であり、マルチブレックス駆動に適している。

第17図には、ツイスト角が本実施例と同じ2

ク社製のZLI-4427 ( $\Delta n = 0.1127$ ) を用いた。セルギャップは6.6μmであり、リターデーション $\Delta n \times d$ は0.74μmである。ここで、配向膜には日産化学工業社製のポリイミドRN-721を用い、レーヨン植毛布の回転ラピングによって液晶に約10度のプレチルト角を与えた。また、第3図において、角度31(θ)を14度、ツイスト角32を左255度に設定した。

第26図は、以上の条件の下で作製した液晶表示素子の分光特性を示す図である。オフ時の視感反射率Y<sub>off</sub>は79%と高く、しかもその表示色は白に近い。またオン時の視感反射率も3.2%と低いため、最大取り得るコントラスト比C.R.は、1:25である。

本実施例の液晶表示素子は、ツイスト角が25度と大きく電圧透過率特性の急峻性が非常に良いため、1/480デューティのマルチブレックス駆動を行っても、1:18という高い表示コントラストが得られた。

55度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。

51、52、53の各等コントラストカーブの内側では、それぞれ良好な表示が期待できる。例えば、 $\Delta n \times d = 0.70 \mu\text{m}$ で $\theta = 5$ 度の時には、C.R.=1:1.1、Yoff=78%である。また、 $\Delta n \times d = 0.90 \mu\text{m}$ で $\theta = 28$ 度の時には、C.R.=1:9、Yoff=71%である。

逆にカーブの外側では、良好な表示ができない。例えば、 $\Delta n \times d = 0.50 \mu\text{m}$ で $\theta = 55$ 度の時には、C.R.=1:1、Yoff=81%である。また、 $\Delta n \times d = 1.1 \mu\text{m}$ で $\theta = 30$ 度の時には、C.R.=1:3、Yoff=63%である。

従って、ツイスト角255度の場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.52μm以上0.98μm以下に、角度θが-4度以上32度以下に収まっている必要がある。

#### (実施例4)

第2図は、本実施例の液晶表示素子の断面図で

ツイスト角が大きく $d/p$ マージン( $d$ :セルギャップ、 $p$ :自発ピッチ)が狭い場合には有効である。

このように、反射板を液晶セルの中に設けることによって、従来の反射型液晶表示素子に特有の、表示が二重に見えるという問題を解決することができる。さらに液晶厚の微小なばらつきが、表示色を平均化し、色付きを少なくするという副次的な効果もある。なおこの場合の0.5μmという液晶厚のばらつきは、 $\Delta n \times d$ 値の0.04μmに相当するが、この程度のばらつきがコントラスト比に殆ど影響を及ぼさないことは、第12図より明らかである。

#### (実施例5)

実施例1において、ツイスト角を0度、 $\Delta n \times d$ を0.28μm、角度θを44度にした以外は、実施例1と同様にした。この時C.R.=1:27、Yoff=76%であった。

本実施例の液晶表示素子は、ツイスト角が0度であるということで、製造が容易であるという特

また、11は上基板、12は下基板、13は透明電極、14は画素電極を兼ねた反射膜、15は液晶である。液晶セルの条件は実施例1と同様に、液晶としてZLI-4472 ( $\Delta n = 0.087$ ) を用いて平均の $\Delta n \times d$ を0.46μmとし、ツイスト角を60度、角度θを4度にした。

反射膜14は、表面凹凸0.5μmのすりガラスの表面に、スパッタ法により金属アルミニウム薄膜を設けたものであり、指向性の少ない反射特性を有する。なお、金属としてはアルミニウムの他にニッケルやクロム等の銀白色を有する材料ならば何でもよく、表面凹凸は金属の表面を荒く研磨したり、薬品処理を行うことによって設けてよい。

この反射膜を梯形等にパターン形成する場合には、この金属薄膜を直接バーニングする方法と、金属薄膜上に絶縁物を介して透明電極を設け、この透明電極をバーニングする方法がある。この絶縁物は、表面凹凸を緩和する効果があるため、

微がある。

第9図には、ツイスト角が0度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.22μm以上0.32μm以下に、角度θが34度以上55度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例6)

実施例1において、ツイスト角を30度、 $\Delta n \times d$ を0.30μm、角度θを66度にした以外は、実施例1と同様にした。この時C.R.=1:32、Yoff=78%であった。

第10図には、ツイスト角が30度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.22μm以上0.39μm以下に、角度θが55度以上77度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例7)

実施例1において、ツイスト角を45度、 $\Delta n$

$\times d$  を 0. 34 μm、角度θを 76 度にした以外は、実施例1と同様にした。この時 C.R.=1:3.4、Y<sub>off</sub>=80%であった。

第11図には、ツイスト角が45度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d 値が 0. 25 μm 以上 0. 50 μm 以下に、角度θが 64 度以上 94 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例8)

実施例1において、ツイスト角を 70 度、△n×d を 0. 48 μm、角度θを 8 度にした以外は、実施例1と同様にした。この時 C.R.=1:1.0、Y<sub>off</sub>=81%であった。

第13図には、ツイスト角が 70 度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d 値が 0. 38 μm 以上 0. 61 μm 以下に、角度θが -6 度以上 21 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

θが 37 度以上 57 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例11)

実施例2において、ツイスト角を 180 度、△n×d を 0. 68 μm、角度θを 50 度にした以外は、実施例2と同様にした。この時 C.R.=1:1.8、Y<sub>off</sub>=74%であった。

本実施例の液晶表示素子は、表示の色付きが少ないという点で、実施例2の液晶表示素子よりも優秀である。

第16図には、ツイスト角が 180 度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d 値が 0. 55 μm 以上 0. 79 μm 以下に、角度θが 40 度以上 60 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例12)

実施例2において、ツイスト角を 190 度、△n×d を 0. 62 μm、角度θを 54 度にした以外は、実施例2と同様にした。この時 C.R.=1

#### (実施例9)

実施例2において、ツイスト角を 170 度、△n×d を 0. 72 μm、角度θを 46 度にした以外は、実施例2と同様にした。この時 C.R.=1:1.3、Y<sub>off</sub>=87%であった。

第14図には、ツイスト角が 170 度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d 値が 0. 60 μm 以上 0. 82 μm 以下に、角度θが 37 度以上 55 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例10)

実施例2において、ツイスト角を 175 度、△n×d を 0. 70 μm、角度θを 48 度にした以外は、実施例2と同様にした。この時 C.R.=1:1.6、Y<sub>off</sub>=71%であった。

第15図には、ツイスト角が 175 度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d 値が 0. 58 μm 以上 0. 81 μm 以下に、角度

θが 21 度以上 57 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例13)

実施例2において、ツイスト角を 210 度、△n×d を 0. 58 μm、角度θを 66 度にした以外は、実施例2と同様にした。この時 C.R.=1:2.0、Y<sub>off</sub>=64%であった。

第18図には、ツイスト角が 210 度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d 値が 0. 48 μm 以上 0. 71 μm 以下に、角度θが 54 度以上 76 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例14)

実施例2において、ツイスト角を 225 度、△n×d を 0. 56 μm、角度θを 76 度にした以外は、実施例2と同様にした。この時 C.R.=1:2.0、Y<sub>off</sub>=54%であった。

#### (実施例15)

実施例3において、ツイスト角を 240 度、△n×d を 0. 62 μm、角度θを -2 度にした以

外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:2.3、Y<sub>off</sub>=6.2%であった。

#### (実施例16)

実施例3において、ツイスト角を250度、△n×dを0.70μm、角度θを8度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:2.7、Y<sub>off</sub>=7.4%であった。

第19図には、ツイスト角が250度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d値が0.51μm以上1.05μm以下に、角度θが-7度以上35度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例17)

実施例3において、ツイスト角を260度、△n×dを0.74μm、角度θを16度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:1.6、Y<sub>off</sub>=8.0%であった。

本実施例の液晶表示素子は、表示の色付きが少ないという点で、実施例3の液晶表示素子よりも優秀である。

良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例19)

実施例3において、ツイスト角を270度、△n×dを0.70μm、角度θを18度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:6、Y<sub>off</sub>=8.0%であった。

本実施例の液晶表示素子は、電気光学特性の急峻性が良いという点で、実施例3や実施例16、実施例17の液晶表示素子よりも優秀である。

第23図には、ツイスト角が270度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d値が0.64μm以上0.81μm以下に、角度θが12度以上26度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (比較例1)

実施例1において、ツイスト角を75度、△n×dを0.48μm、角度θを10度にした以外は、実施例1と同様にした。この時C.R.=1:6、Y<sub>off</sub>=8.1%であった。この特性はこのツイ

優秀である。

第21図には、ツイスト角が260度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d値が0.55μm以上0.96μm以下に、角度θが0度以上32度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例18)

実施例3において、ツイスト角を265度、△n×dを0.74μm、角度θを18度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:1.0、Y<sub>off</sub>=8.1%であった。

本実施例の液晶表示素子は、表示の色付きが少ないという点で、実施例3や実施例16の液晶表示素子よりも優秀である。

第22図には、ツイスト角が265度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも△n×d値が0.57μm以上0.90μm以下に、角度θが4度以上30度以下に収まっていることが、

スト角で取れる最良のものであり、1:5以上のコントラスト比が取れる条件範囲は非常に狭い。これは本発明の請求の範囲外であり、このような条件では満足な表示を行うことができない。

#### (比較例2)

実施例2において、ツイスト角を165度、△n×dを0.78μm、角度θを46度にした以外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:1.0、Y<sub>off</sub>=6.1%であった。また表示の色付きが実施例10等に比較して著しく大きい。これは本発明の請求の範囲外であり、このような条件では満足な表示を行うことができない。

#### (比較例3)

実施例3において、ツイスト角を285度、△n×dを0.70μm、角度θを20度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:2、Y<sub>off</sub>=8.2%であった。この特性はこのツイスト角で取れる最良のものである。これは本発明の請求の範囲外であり、このような条件では満足な表示を行うことができない。

尚、以上の実施例においては、ツイスト角は5度単位の離散的な値を取っているが、これは單に実験の都合によるものである。ツイスト角による特性の変化は連続的なものであるから、請求項等で示したツイスト角範囲で、どの値を取ってもかまわない。

#### [発明の効果]

以上述べたように、本発明によれば、新しい反射型液晶モードを導入することにより、明るく色付きの少なく、しかも表示が二重に見えない液晶表示素子を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例1～3及び実施例5～19及び比較例1～3における液晶表示素子の断面図である。

第2図は、本発明の実施例4における液晶表示素子の断面図である。

第3図は、本発明の液晶表示素子の各軸の関係を示す図である。

示す図である。

第10図は、ツイスト角が30度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第11図は、ツイスト角が45度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第12図は、ツイスト角が60度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第13図は、ツイスト角が70度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第14図は、ツイスト角が170度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第15図は、ツイスト角が175度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第16図は、ツイスト角が180度のときに、

第4図は、本発明の液晶表示素子の液晶分子配向(a)と、偏光状態の変化(b)を示す図である。

第5図は、本発明の反射タイプの液晶表示素子の液晶分子配向(a)と、これと光学的に等価な透過タイプの液晶分子配向(b)、それに従来のNTNモードの液晶分子配向(c)を示す図である。

第6図は、コントラスト比が最大になるセル条件を示す図である。

第7図は、コントラスト比が最大になるセル条件において得られる、液晶セルの3つの光学特性(コントラスト比C.R.、オン時の視感反射率Yoff、色付きの度合い△E)を示す図である。

第8図は、ツイスト角が60度のときに、液晶セルに入射した光が反射面でほぼ直線偏光になり、高い反射率が得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第9図は、ツイスト角が0度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を

良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第17図は、ツイスト角が200度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第18図は、ツイスト角が210度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第19図は、ツイスト角が250度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第20図は、ツイスト角が255度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第21図は、ツイスト角が260度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第22図は、ツイスト角が265度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第23図は、ツイスト角が270度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第24図は、本発明の実施例1における液晶表示素子の電界オフ時と電界オン時の分光特性を示す図である。

第25図は、本発明の実施例2における液晶表示素子の電界オフ時と電界オン時の分光特性を示す図である。

第26図は、本発明の実施例3における液晶表示素子の電界オフ時と電界オン時の分光特性を示す図である。

第27図は、従来の液晶表示素子の断面図である。

第28図は、従来の液晶表示素子の電界オフ時と電界オン時の分光特性を示す図である。

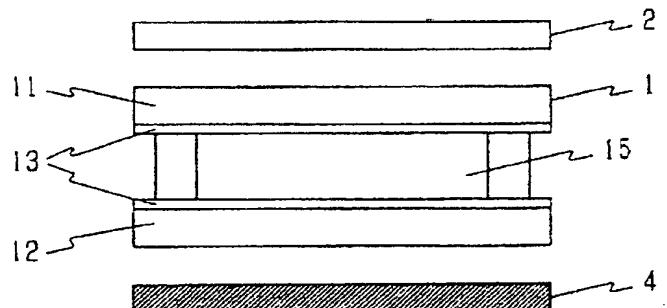
1. 液晶セル
2. 偏光板（上側）
3. 偏光板（下側）
4. 反射板

- 1 1. 上基板
- 1 2. 下基板
- 1 3. 透明電極
- 1 4. 面素電極を兼ねた反射膜
- 1 5. 液晶
- 1 6. 液晶分子
- 1 7. 液晶層の中心面
- 2 1. 偏光板2の偏光軸（吸収軸あるいは透過軸）方向
- 2 2. 上基板1 1のラビング方向（液晶配向方向）
- 2 3. 下基板1 2のラビング方向（液晶配向方向）
- 3 1. 2 1が2 2となす角度θ
- 3 2. 液晶1 5のツイスト角
- 4 1. 電界オフ時の反射光の分光特性
- 4 2. 電界オン時の反射光の分光特性
- 5 1. コントラスト比1:20の等コントラストカーブ
- 5 2. コントラスト比1:10の等コントラストカーブ
- 5 3. コントラスト比1:5の等コントラストカーブ

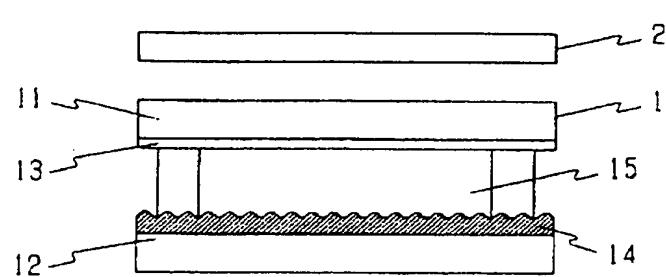
一  
ブ

以　上

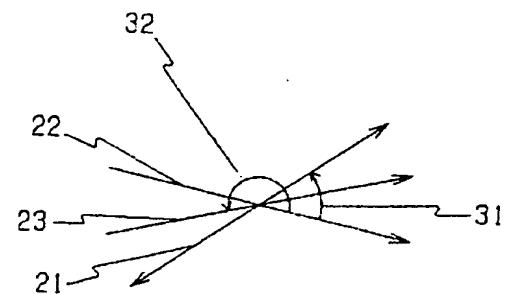
出願人 セイコーエプソン株式会社  
 代理人 弁理士 鈴木喜三郎（他1名）



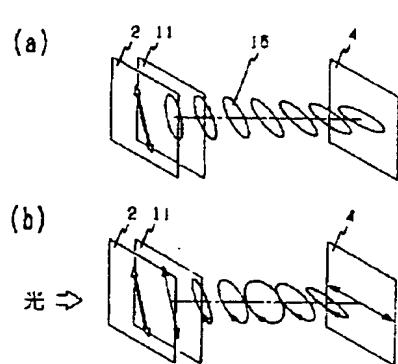
第1図



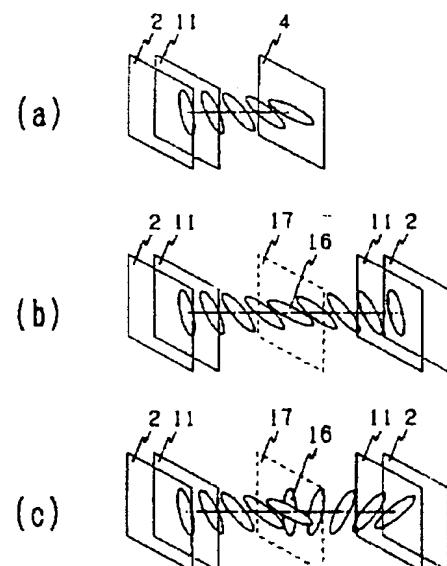
第2図



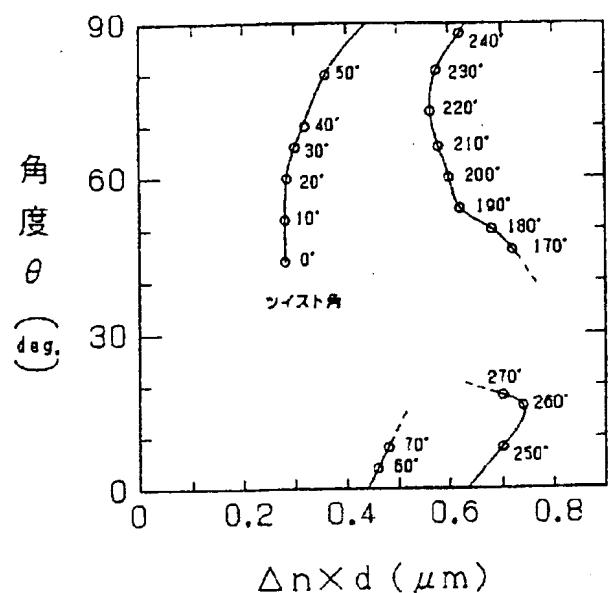
第3図



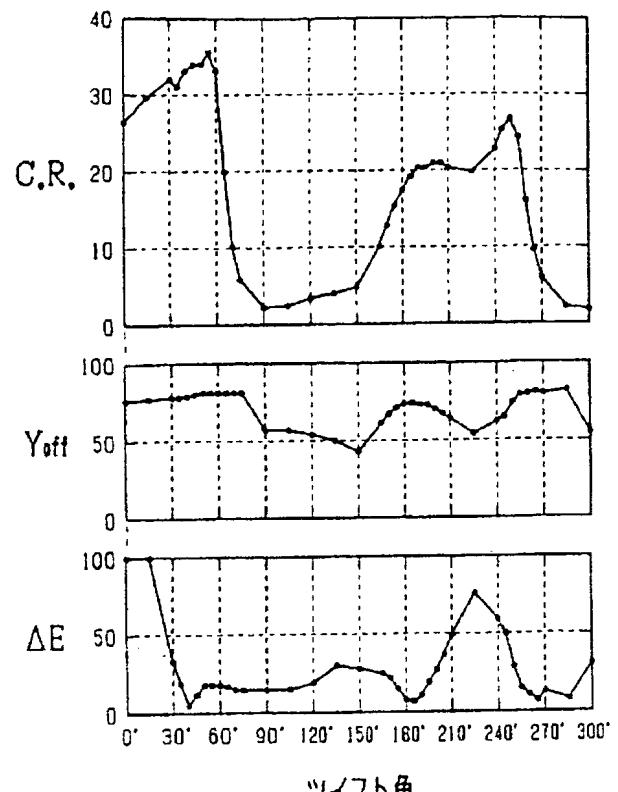
第4図



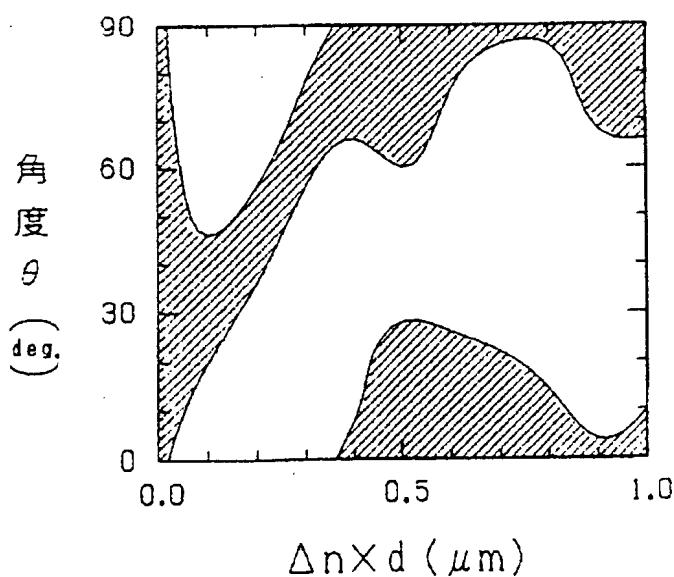
第5図



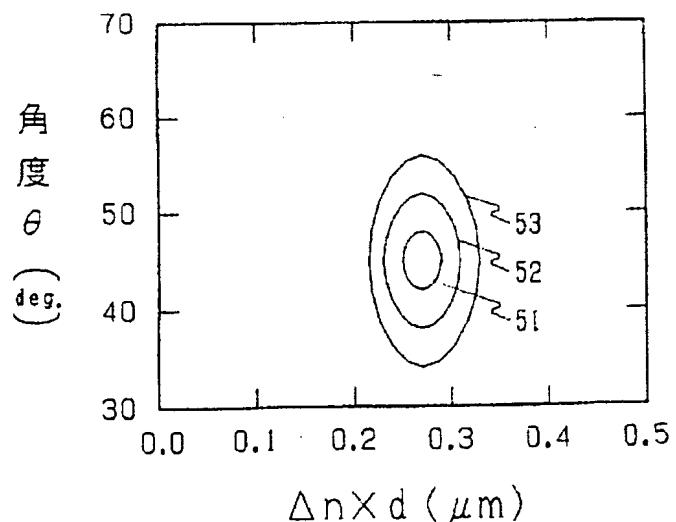
第 6 図



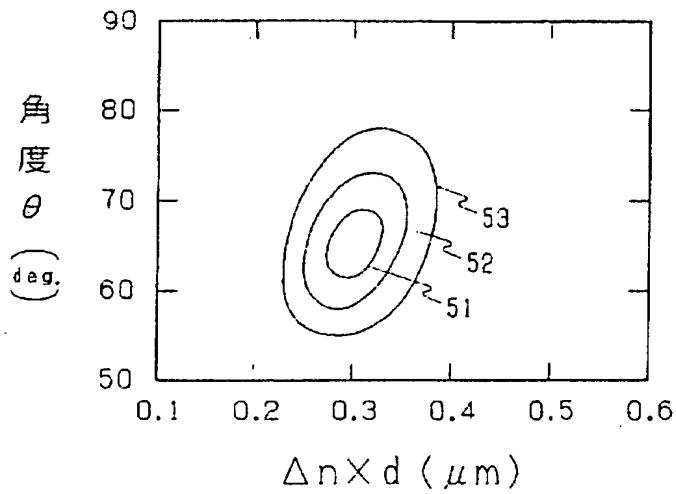
第 7 図



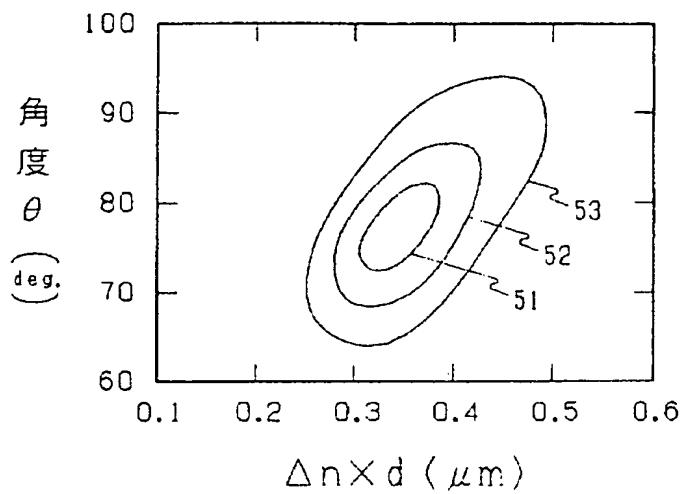
第 8 図



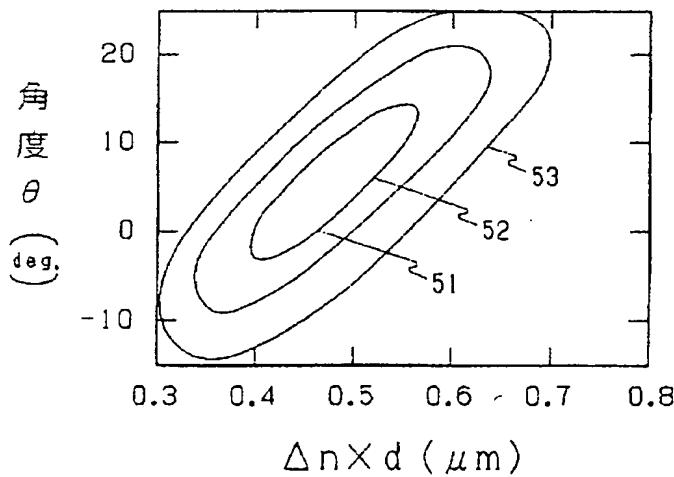
第 9 図



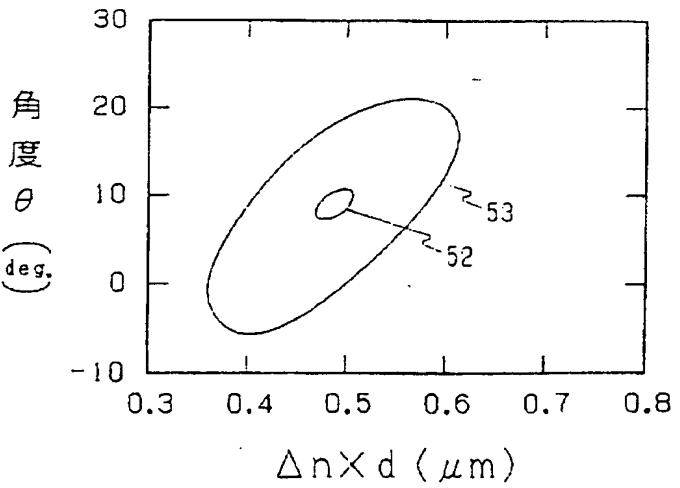
第10図



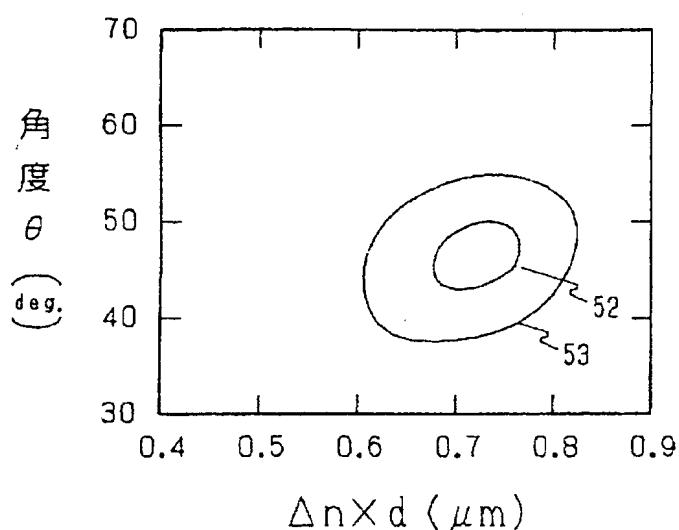
第11図



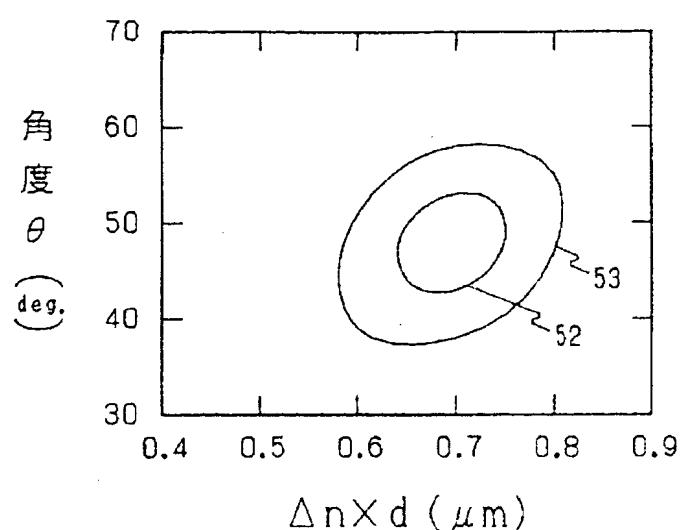
第12図



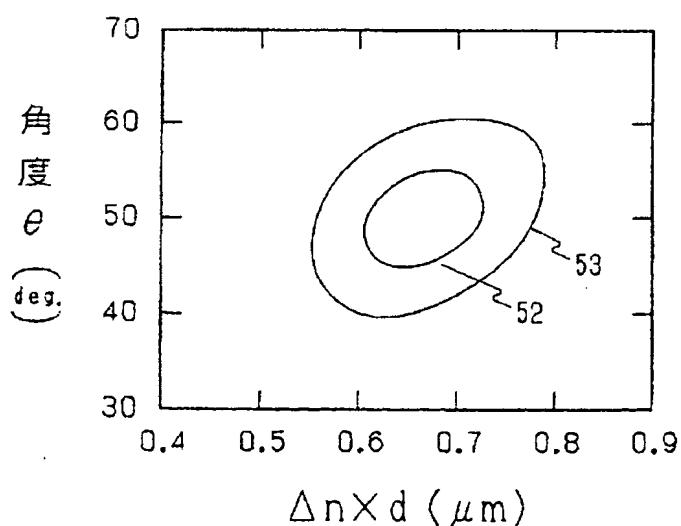
第13図



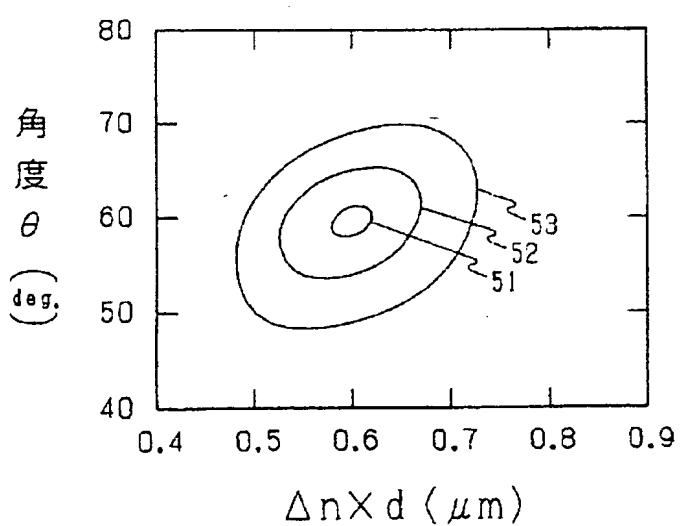
第 14 図



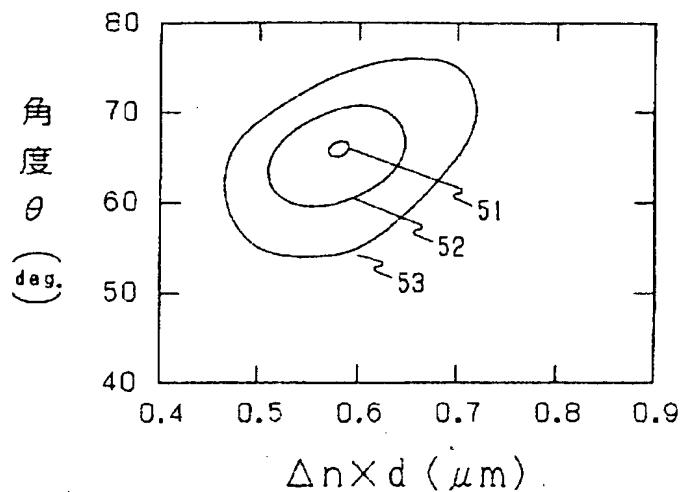
第 15 図



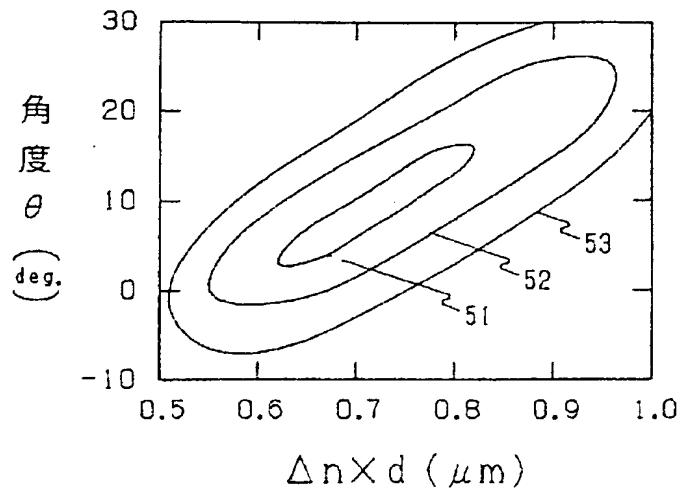
第 16 図



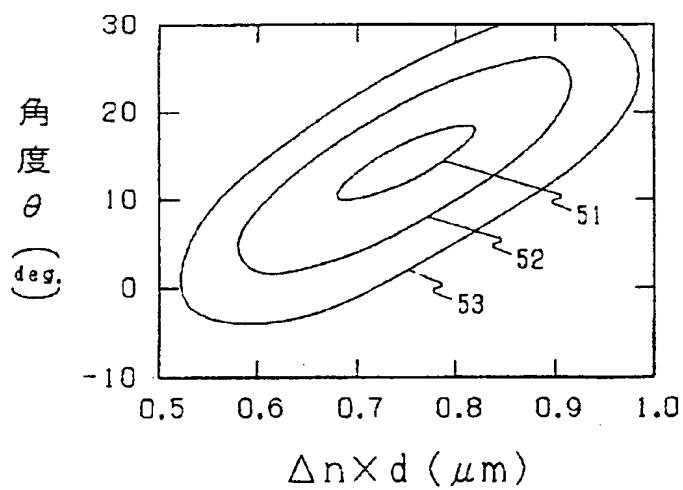
第 17 図



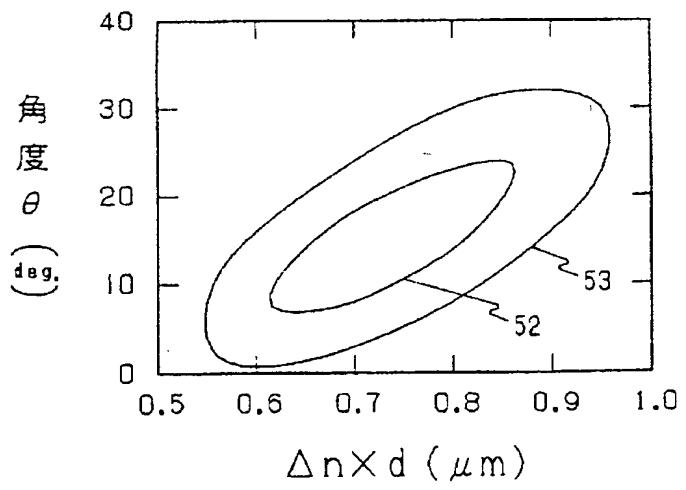
第 18 図



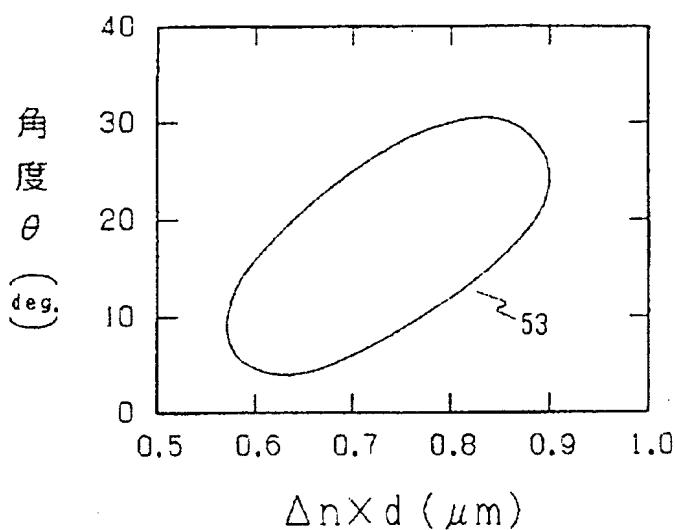
第 19 図



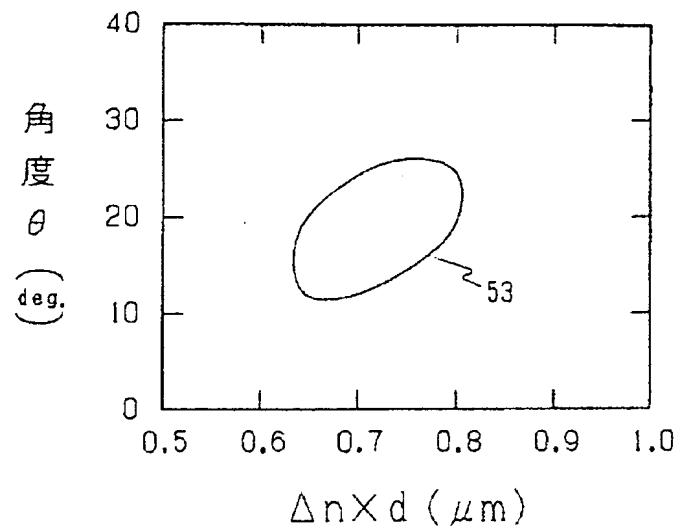
第 20 図



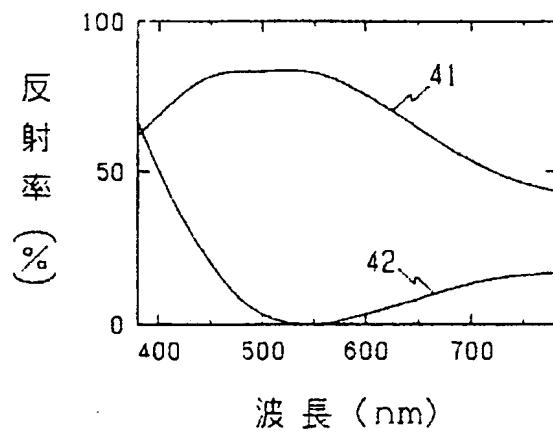
第 21 図



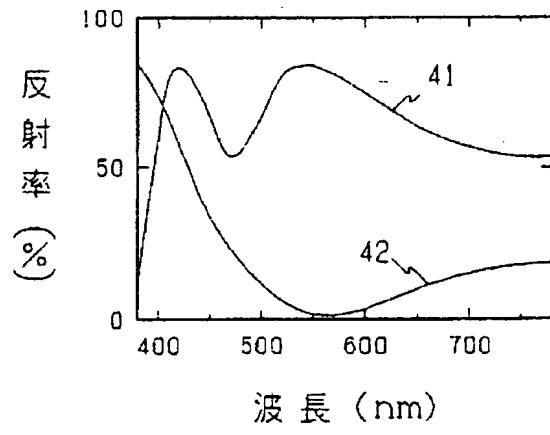
第22図



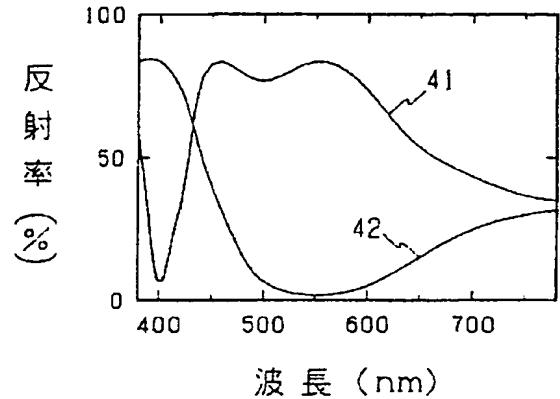
第23図



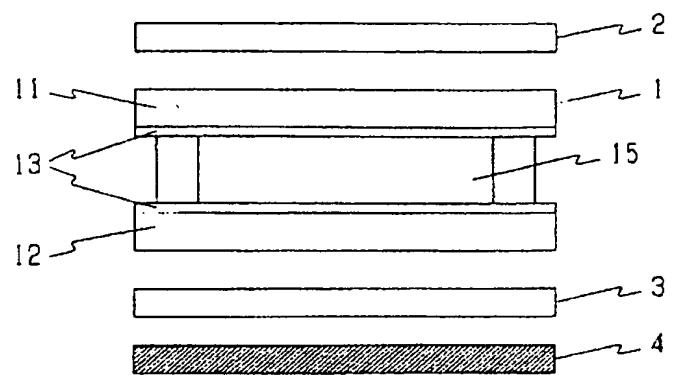
第24図



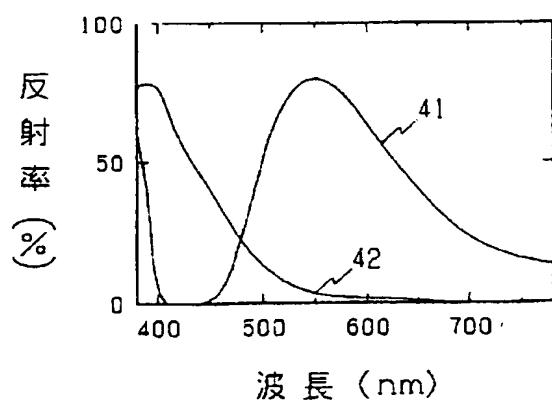
第25図



第 26 図



第 27 図



第 28 図

【公開番号】特開平3-223713  
【公開日】平成3年(1991)10月2日  
【年通号数】公開特許公報3-2238  
【出願番号】特願平2-74149  
【国際特許分類第6版】

G02F 1/133 500  
1/137

【F I】

G02F 1/133 500  
1/137

### 手続補正書（自発）

手続補正書

平成9年3月24日

特許庁長官 臨

#### 1. 事件の表示

平成2年 特許願 第74149号

#### 2. 発明の名称

液晶表示素子

#### 3. 補正をする者

事件との関係 出願人  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(236) セイコーエプソン株式会社  
代表取締役 安川英昭

以上

代理人 鈴木喜三郎

#### 4. 代理人

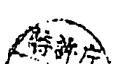
〒163 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
セイコーエプソン株式会社内  
(9336) 弁理士 鈴木 喜三郎  
連絡先 3348-8531 内線 2610 ~ 2615

#### 5. 補正の対象

明細書

#### 6. 補正の内容

別紙の通り



特許請求の範囲

(1) 対向する一片の基板間に液晶層を挟持してなる液晶セルと、一方の前記基板側のみに配置された偏光手段と、他方の前記基板側に配置された反射板とを備えた液晶表示素子において、

前記偏光手段を介して前記液晶セルに入射した光が前記反射板の反射面でほぼ直角光となるように、前記液晶層が設定されてなることを特徴とする液晶表示素子。

(2) 少なくとも前記一方の基板表面に、0.1μm以上2.0μm以下の凹凸が形成されてなることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

(3) 前記一方の基板表面上に、前記反射板が形成されてなることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**